

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-030169

(43)Date of publication of application : 03.02.1998

(51)Int.Cl. C23C 14/22
C23C 14/28

(21)Application number : 08-205206 (71)Applicant : MITSUBISHI MATERIALS CORP

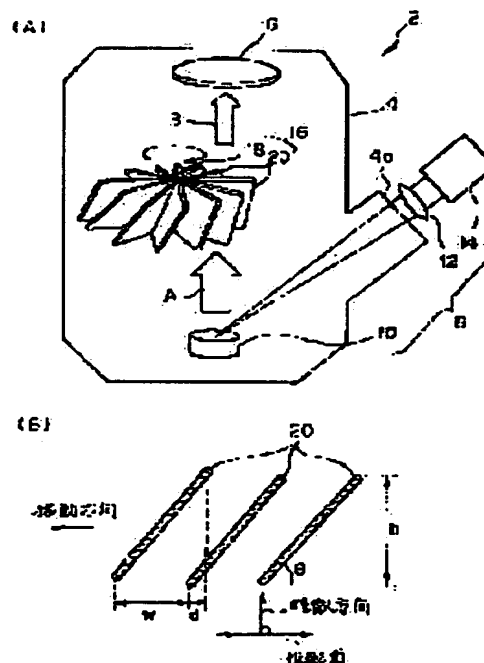
(22)Date of filing : 16.07.1996 (72)Inventor : HISAYOSHI KANJI
SUGIHARA TADASHI

(54) COATING FORMING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a formed coating of high quality at a high coating forming rate by energy selection.

SOLUTION: This device is the one having plural vane parts 20, in which these plural vane parts are faced on the inside of the interval between the body 6 to be formed and a scattering particle generating means continuously generating scattering particles (e.g. a target 10), and having a mechanical type chopper 16 removing scattering particles both on the side of high energy and on the side of low energy. In this way, continuous coating formation is made possible while the reduction of the defects of coating caused by resputtering or the like and reduction is droplets and the improvement of the crystallinity of the coating are attained. Concretely, while the vane parts 20 are overlapped with each other by a prescribed width (d) on a view from the scattering direction, they shall obliquely be arranged by prescribed angles θ , respectively.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration] abandonment

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-30169

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月3日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C 14/22			C 2 3 C 14/22	Z
14/28			14/28	

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 7 頁)

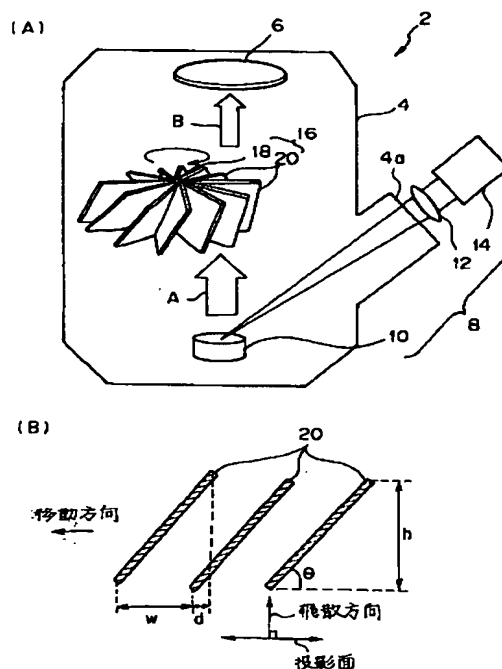
(21) 出願番号	特願平8-205206	(71) 出願人	000006264 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区大手町1丁目5番1号
(22) 出願日	平成8年(1996) 7月16日	(72) 発明者	久芳 完治 埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱マテリアル株式会社総合研究所内
		(72) 発明者	杉原 忠 埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱マテリアル株式会社総合研究所内
		(74) 代理人	弁理士 佐藤 隆久

(54) 【発明の名称】 成膜装置

(57) 【要約】

【課題】 エネルギー選択により、高品位な形成膜を高い成膜速度で得る。

【解決手段】 複数の羽根部20を具備し、この複数の羽根部20を被着体6と飛散粒子を連続発生させる飛散粒子発生手段（例えば、ターゲット10）との間隔内に臨ませ、高エネルギー側と低エネルギー側の飛散粒子を共に除去する機械式チョップパ16を有する。これにより、再スパッタ等による膜欠陥やドロップレットの低減、膜結晶性の向上を図りながら連続成膜ができる。具体的には、羽根部20同士を飛散方向から見て所定幅dだけ互いに重ねながら、それぞれ所定角度θで斜めに配設させるとよい。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被着体と、

該被着体に対して所定距離をおいて配設され、被着体に向かって飛散する飛散粒子群を連続的に発生させる飛散粒子発生手段とを備えた成膜装置において、複数の羽根部を具備し、当該複数の羽根部を前記被着体と飛散粒子発生手段との間隔内に臨ませ、前記飛散粒子群から高エネルギー側と低エネルギー側の飛散粒子を共に除去する機械式チョップを有することを特徴とする成膜装置。

【請求項 2】 前記複数の羽根部は、前記飛散粒子発生手段から被着体方向に見た投影面内で所定幅だけ互いに重なりながら、それぞれ所定角度で斜めに配設してある請求項 1 に記載の成膜装置。

【請求項 3】 前記機械式チョップは、前記羽根部を周囲に具備した軸回転体により構成され、次式 (1) の通過最大速度 V_{\max} より高速な飛散粒子群と、次式 (2) の通過最小速度 V_{\min} より低速な飛散粒子群とを、共に捕捉する請求項 2 に記載の成膜装置。

$$V_{\max} = r \omega h / d \quad \dots (1) \text{式}$$

$$V_{\min} = r \omega h / (2W + d) \quad \dots (2) \text{式}$$

ここで、 r は回転軸中心から羽根部先端までの距離、 ω は当該機械式チョップの回転角速度、 h は前記投影面に垂直な方向の羽根部高さ、 d は投影面における羽根部の重ね合わせ幅、 W は投影面における羽根部同士の配置間隔をそれぞれ示す。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エネルギービーム等を用いて各種材料の成膜を行う成膜装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 いわゆるレーザアブレーション法や真空蒸着法などの物理的成膜法で形成される成膜粒子は、幅広い運動エネルギー分布を持つ。この成膜粒子が持つ運動エネルギーは、形成される薄膜の物理的特性を決める重要な因子である。高エネルギーの粒子は、高速に飛散し形成膜を再スパッタ等して欠陥の原因となり、低速な低エネルギーの粒子は基板上でのマイグレーションが弱いため形成膜の結晶性を低下させる原因となる。また、レーザアブレーション等では、粒子の固まりが液滴状に飛散することで低速のドロップレット等が発生し、これにより形成膜の表面モフォロジーを低下させることが知られている。

【0003】 このような高エネルギー粒子や低エネルギー粒子を除去し、膜質向上のため飛散粒子のエネルギー幅を制限する方法として、大別すると、例えば公開特許公報昭 61-210174 に開示された機械的に行う方法と、例えば特許公報平 1-24536 に開示された電気的に行う方法とがある。このうち、後者の電気的な方法は、イオン化された粒子のみ有効であり、用途が限定

される。前者の機械的な方法は、飛散粒子がイオン化されているか否かを問わないことから、この意味では適用範囲が広いといえる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、この従来の機械的なエネルギー選択法は、垂直に立てた仕切り板機構により蒸発速度が異なる成膜粒子を選択するものであり、エネルギーが低く低速な粒子は捕捉可能であるが、エネルギーが高く高速な粒子を完全に捕捉できないといった課題を有していた。

【0005】 一方、本発明者らは、低速な粒子、高速な粒子双方を捕捉できる方法として、パルス状のレーザビームをターゲットに照射し、これに同期して回転する回転チョップ (円盤) に設けたスリットにより、最適な速度の粒子のみ通過させる方法を既に提案した (公開特許公報平 6-93445 参照)。ただし、この方法では、飛散粒子の発生がパルス状の場合のみ有効であり、連続的に粒子を飛散させて高い成膜速度を得ようとする用途には不向きであった。

【0006】 本発明は、このような実情に鑑みてなされ、高品位な形成膜を高い成膜速度で得ることができる成膜装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上述した従来技術の問題点を解決し、上述した目的を達成するために、本発明の成膜装置では、複数の羽根部を具備し、これを被着体と、飛散粒子群を連続的に発生させる飛散粒子発生手段 (例えば、レーザ照射装置及びターゲットなど) との間隔内に臨ませ、飛散粒子群から高エネルギー側と低エネルギー側の飛散粒子をともに除去する機械式チョップを有することを特徴とする。

【0008】 飛散粒子発生手段で発生し被着体に向けて飛来してくる飛散粒子群は、その途中で、複数の羽根部により、その高エネルギー側と低エネルギー側が共に除去される。したがって、形成膜の再スパッタなどによる膜欠陥が抑えられ、形成膜の結晶性も向上する。また、ドロップレット等も抑えられ、良い表面モフォロジーが得られる。これにより、高品位で連続的な成膜を行うことができる。

【0009】 具体的には、複数の羽根部を、例えば飛散粒子発生手段から被着体方向に見た投影面内で所定幅だけ互いに重ねながら、それぞれ所定角度で斜めに配設させるとよい。

【0010】 また、機械式チョップを羽根部を周囲に具備した軸回転体により構成した場合、この機械式チョップによる粒子の選択的な通過条件としては、通過可能な最大速度 V_{\max} は $r \omega h / d$ と、通過可能な最小速度 V_{\min} は $r \omega h / (2W + d)$ と、それぞれ表すことができる。ここで、 r は回転軸中心から羽根部先端までの距離、 ω は当該機械式チョップの回転角速度、 h は前記投

影面に垂直な方向の羽根部高さ、 d は投影面における羽根部の重ね合わせ幅、 W は投影面における羽根部同士の配置間隔をそれぞれ示す。

【0011】

【本発明の実施の形態】以下、本発明に係る成膜装置を、図面にもとづいて詳細に説明する。上記したように、本発明は、成膜粒子について、その高エネルギー側と低エネルギー側とを除去し、エネルギーを所定範囲に揃えることができる成膜装置であり、真空蒸着法、スパッタ、レーザアブレーション等に代表される物理的成膜法の殆ど全てに適用される。真空蒸着において、抵抗加熱が電子線加熱によるかといった加熱法に限定はない。また、スパッタにおいても、印加電圧は直流、交流、高周波のいずれでもよく、導入ガスに限定もない。導入ガスとしては、通常は不活性ガスが用いられるが、これに限らない反応性スパッタでもよいし、更にはイオンプレーティング法などでもよい。

【0012】とくに、本発明は、レーザアブレーション等のエネルギービームをターゲットに当てて飛ばす物理的成膜法に好適である。なぜなら、レーザアブレーションでは、波長の短いレーザ光をターゲットに当てて構成原子の結合を非熱的に切りプラズマとなった粒子を飛ばすが、この際、飛散粒子の運動エネルギーが零に近いものから100eVを超えるものまで幅広く、このため本発明によるエネルギー選択が特に有効だからである。この種の物理的成膜法には、その他、イオンビームを照射する方法も含む。なお、レーザビームの種類に限定はなく、またビームの当て方は、連続的であるとパルス状であるとを問わない。

【0013】以下、より具体的な実施形態として、連続的なレーザビーム照射が可能なレーザアブレーション装置について説明する。図1に示すように、この成膜装置2には、不図示の真空排気装置により高真空中に保持された真空チャンバー4を具備する。真空チャンバー4内には、その上方に所定の薄膜を形成しようとする被着体6、例えば図示のような基板が治具等（不図示）に装着されている。これにより、基板は下方に被着面を向けて、自転或いは自公転可能に保持されている。被着体6としては、この図示のような一方の面のみに成膜する構成でなくとも、被着面を複数有する多面体を含む立体であってもよく、この場合の被着体6は3次元的な回転が可能に保持させてよい。

【0014】一方、このような被着体6に対して所定距離をおいた真空チャンバー4の下方側には、飛散粒子発生手段8の一構成部分として、ターゲット10が設けられている。飛散粒子発生手段8は、被着体6に向かって飛散する飛散粒子群を連続的に発生させるためのものであり、真空チャンバー4内ではターゲット10の他に、このターゲットを自転させたり位置移動させる機構（不図示）などを含む。また、真空チャンバー4の外部に設け

た飛散粒子発生手段8の他の構成部分として、覗き窓4a側から順に、レーザビームを絞って焦点をターゲット10上に合わせるためのレンズ12と、レーザ照射装置14とが配設されている。

【0015】被着体6とターゲット10の間には、レーザビーム照射によりターゲット10表面で発生し、被着体6に向けて飛散する飛散粒子群（図中、矢印Aで示す）から、高エネルギー側と低エネルギー側を共に除去することにより、所定範囲の運動エネルギーを有する飛散粒子のみを選択的に通過させる通過選択手段が設けられている。

【0016】この通過選択手段の具体的構成としては、それぞれが互いに一部を重ねながら所定速度で移動する斜めの仕切り板状部分を具備していればよい。エネルギー選択が可能な通過選択手段の移動方向は、その仕切り板状部分の反傾斜方向とする必要があるが、これを直線状に移動させるか周回方向に移動させるかは問われない。ただし、スムーズな移動或いは一定な速度を得やすいという意味では、周回方向に移動させる構成が好ましい。

【0017】この意味で、図1に示す本実施形態では、通過選択手段として機械式チョップ16が用いられる。この機械式チョップ16は、不図示の駆動手段に連結し所定速度で軸回転する軸部18と、軸部18周囲に斜めに外側に向けて突設した羽根部20とを具備している。

【0018】より詳しくは、飛散粒子発生手段8の粒子発生部分であるターゲット10から被着体6中心を見た方向（以下、飛散方向という）に対し垂直な投影面内で、それぞれの下端が飛散粒子群Aの進路内に来たときに投影面に対し所定角度 θ となるように、各羽根部20が設けられている。すなわち、このような構成の羽根部20は、ターゲット10から被着体6に向けて飛散する飛散粒子群Aの進路内に所定速度（所定の時間間隔）で、投影面に対し所定角度 θ 傾いた状態で通過する。この傾斜角度 θ により、前記軸部18の回転速度の最適値を決める場合が多い。この場合、軸部18の回転可能な範囲等を考慮して、この傾斜角度 θ が決められる。また、各羽根部20は、投影面内で見ると互いに所定幅だけ重ねられている。この重ね幅 d は、次に式で示すように、高エネルギー側のフィルタ性に特に大きく影響する。

【0019】このような構成の機械式チョップ16は、羽根部20を投影面内において所定速度で連続的に移動させながら所定範囲から外れる高速な、或いは低速な飛散粒子を羽根部に付着、捕捉する機械的なエネルギー選択装置である。よく知られているように、質量 m の粒子の飛散速度を V とすれば、その運動エネルギー E は、 $mV^2/2$ と表せる。通常、レーザアブレーション等の物理的成膜法では、金属等を被膜するものであることから、同じ質量の原子（或いは分子）に対して飛散速度 V の範囲を図2のように高速側及び低速側でそれぞれ制限

すれば、その運動エネルギー範囲を容易に規制できる。

【0020】本実施形態の機械式チョッパ16において、図2に示す通過可能な粒子の最大速度 V_{max} と最小

$$V_{max} = r \omega h / d$$

$$V_{min} = r \omega h / (2W + d)$$

ここで、図1(B)に示すように、 r は回転軸中心から羽根部先端までの距離、 ω は当該機械式チョッパの回転角速度、 h は前記投影面に垂直な方向の羽根部高さ、 d は投影面における羽根部の重ね合わせ幅、 W は投影面における羽根部同士の配置間隔をそれぞれ示す。

【0021】このような機械式チョッパ16の作用により、エネルギーが所定幅に揃えられた機械式チョッパ16通過後の飛散粒子群Bは、図1(A)に示すように、被着体6に成膜される。従って、その形成膜が高品位なものとなる。

【0022】

【実施例】以下、さらに具体的に、本発明の実施例について説明する。本実施例では、上記実施形態における図1の機械式チョッパ16による膜質改善の効果を調べるために、機械式チョッパ16の有無による飛散粒子群の運動エネルギー分布の相違（即ち、図1の飛来粒子群AとBの比較）、及び表面粗さ R_a について評価した。

【0023】ここで使用した機械式チョッパ16の諸元は、 $r=200\text{mm}$ 、 $h=20\text{mm}$ 、 $W=1\text{mm}$ 、 $d=1\text{mm}$ 、 $\omega=1872\text{rad/sec}$ であった。また、ターゲット10としては、Au（質量： $3.27 \times 10^{-25}\text{kg}$ ）を、その照射光にはエキシマレーザ光（波長 $=248\text{nm}$ ）をそれぞれ用い、エキシマレーザ光をターゲット10上にレンズ12で絞って照射した。

【0024】運動エネルギー分布

図3は、機械式チョッパ16で運動エネルギー範囲を規

計算値 E_{max}	実験値 E_{max}	計算値 E_{min}	実験値 E_{max}
56.5eV	62.3eV	6.3eV	4.9eV

【0027】比較例として、図5には、従来の場合と同様に、羽根部20をAu粒子の飛散方向と略平行に立てた場合の運動エネルギー分布を示す。この図を、図3と比較すると、10.8eV以下のAu粒子が進路から排除されているものの、高エネルギー側のAu粒子が排除できていないことが判る。

【0028】表面粗さ

運動エネルギー選択の効果の一つとして、表面粗さ R_a の向上があげられる。表2には、前記図3～5にそれぞれ対応した、エネルギー選択をしない場合、高エネルギー側及び低エネルギー側を除去した場合、及び低エネルギー側のみ除去した場合の R_a 値を比較して示す。 R_a 値の測定は、表面粗さ計を用い、基板に被膜したAu膜表面の粗さ中心の平均値をとったものである。

【表2】

速度 V_{min} とは、それぞれ次式(1)と(2)とで与えられる。

$$\dots (1) \text{ 式}$$

$$\dots (2) \text{ 式}$$

制する前の、ターゲット10から放出されたままの飛散粒子群の運動エネルギー分布図である。この運動エネルギーの測定は、ターゲット10の上方約1m離れた位置に四重極質量分析計を据えて行った。縦軸は、レーザ光照射によりプラズマ化されたAuイオンが四重極質量分析計に達することで検出されたイオン電流値を示し、横軸の運動エネルギーは、このAuイオンが四重極質量分析計に到達するまでの時間から計算により求めたものである。図中、ベース電流を破線で表している。図から判るように、機械式チョッパ16挿入前のAuの運動エネルギーは、約1～110eVと非常に広範な分布を示している。

【0025】これに対し図4は、図1に示し上記諸元の機械式チョッパ16をAuの進路途中に挿入した場合の、図3と同様な測定による運動エネルギー分布図である。この例では、4.9～62.3eVのAu粒子が検出されていることが判る。したがって、低エネルギー側では1～4.8eVのAu粒子が、高エネルギー側では約62.4～110eVのAu粒子が、それぞれ回転チョッパ16の羽根部20に捕捉されAu粒子の飛散進路から排除された。

【0026】表1には、通過最大エネルギー値 E_{max} 及び通過最小エネルギー値 E_{min} について、これら実験値と前記式(1)及び(2)に基づく計算値とを比較して示す。

【表1】

	$R_a(\text{nm})$
図3	51.6
図4	1.4
図5	3.2

【0029】この表から、図4の本発明の場合は表面の粗さが大幅に改善でき、低エネルギー側のみ排除した図5の場合でも R_a 値低減についてはかなりの効果があることが判る。これにより、表面粗さを劣化させる要因として、低速なドロップレット等であることが容易に推察できる。

【0030】実際に膜表面の観察を行うことによって、このことを確かめることができる。図6には、図3のエネルギー選択をしない場合の、図7には図4の高エネルギー側及び低エネルギー側を排除した本発明の場合

のSEM写真を示す。これらSEM写真の対比により、Ra値を支配するのはドロップレットであることが確認できた。

【0031】表3は、このドロップレットの個数をカウントした結果である。本発明により、単位面積あたり2桁以上、ドロップレットの発生が抑えられた。

【表3】

	Droplet の個数
写真.1	3.9×10^6 個/cm ²
写真.2	2.4×10^4 個/cm ²

【0032】結論

本発明により、高エネルギー側及び低エネルギー側の双方の飛散粒子を、その進路から排除できることが確認できた。同時に、計算と実験の結果を比較した。この実験では、計算値で予測したものよりもフィルタ性が若干劣るものの、ほぼ満足のいく結果が得られた。とくに、本発明により、Ra値の大幅な改善がみられ、このRa値を支配するのはドロップレットであることを確認した。また、ドロップレットの改善幅は2桁を超える大幅なものであった。

【0033】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明に係る成膜装置によれば、各種物理的成膜法において高品位な形成膜を得ることができる。これに加え、連続的な成膜が可能であることから、高品位で比較的の高い成膜速度を有した成膜装置の提供が可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る図であり、(A)は、

本発明の成膜装置の要部を示す概略構成図、(B)は機械式チョッパの要部寸法を示す成膜粒子の飛散方向に沿った羽根部の断面図である。

【図2】成膜粒子につきエネルギー選択を行う概念を示す図である。

【図3】本発明の実施例の評価基準として、エネルギー選択を行わない場合のAu粒子の運動エネルギー分布図である。

【図4】本発明の実施例に係るAu粒子の運動エネルギー分布図である。

【図5】図4に対する比較例として、従来例と同様に羽根部を立てた場合のAu粒子の運動エネルギー分布図である。

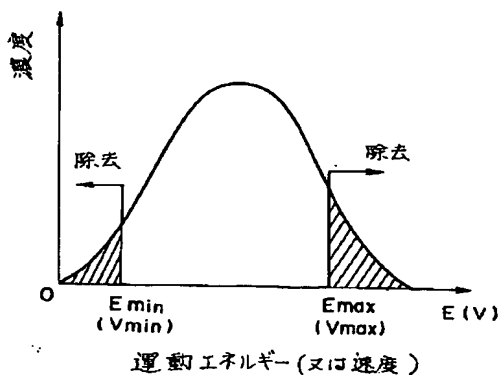
【図6】エネルギー選択をしない場合の膜表面のSEM写真である。

【図7】本発明により、高エネルギー側及び低エネルギー側の飛散粒子を排除した場合のSEM写真である。

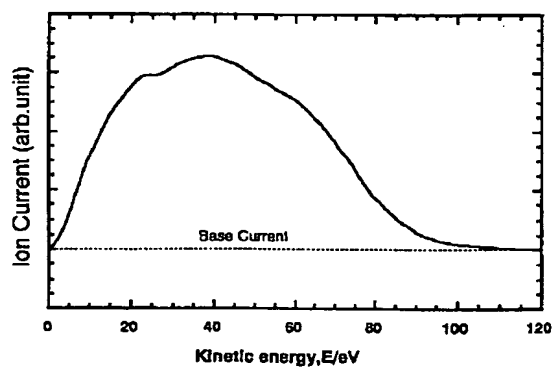
【符号の説明】

- 2…成膜装置、
- 4…真空チャンバ、
- 4a…覗き窓、
- 6…被着体、
- 8…飛散粒子発生手段、
- 10…ターゲット、
- 12…レンズ、
- 14…レーザ照射装置、
- 16…機械式チョッパ、
- 18…軸部（軸回転体）、
- 20…羽根部。

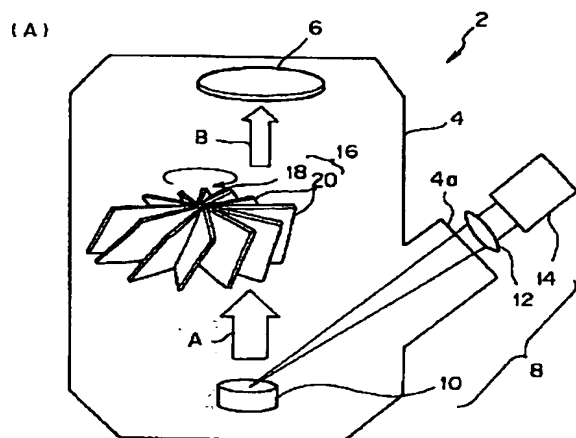
【図2】



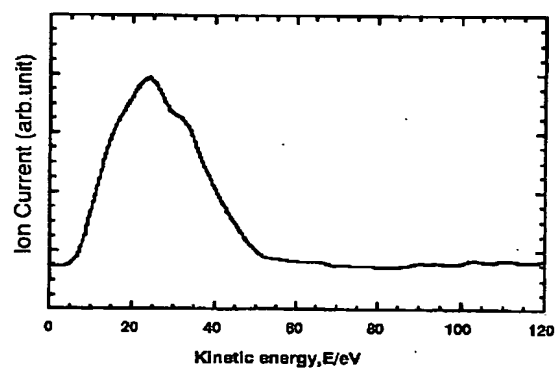
【図3】



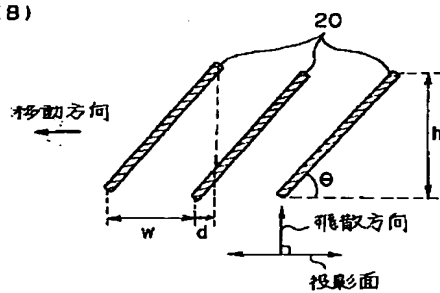
【図1】



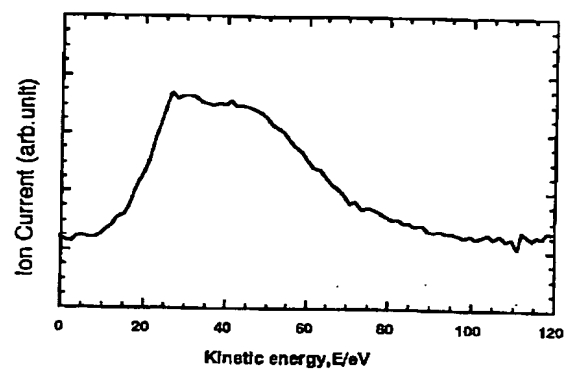
【図4】



(B)

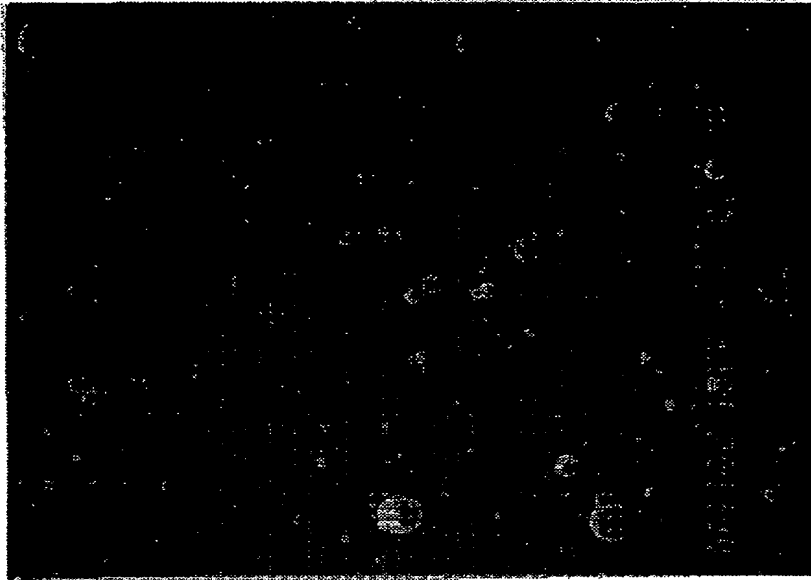


【図5】



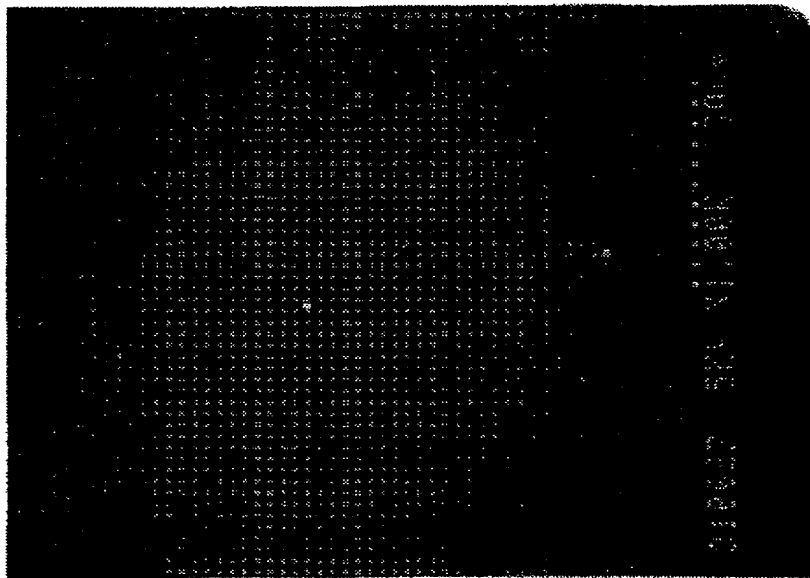
【図6】

図面代用写真



【図7】

図面代用写真



Best Available Copy